



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 195 45 163 A 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
G 03 F 1/14
G 03 F 1/08
// H01L 21/308

②1 Aktenzeichen: 195 45 163.5
②2 Anmeldetag: 4. 12. 95
④3 Offenlegungstag: 5. 6. 96

DE 195 45 163 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
02.12.94 KR 94-32627

⑦1 Anmelder:
Hyundai Electronics Industries Co., Ltd., Ichon,
Kyoungki, KR

⑦4 Vertreter:
PAe Reinhard, Skuhra, Weise & Partner, 80801
München

⑦2 Erfinder:
Ahn, Chang Nam, Kyoungki, KR; Kim, Hung Eil,
Kyoungki, KR

⑤4 Phasenschiebermaske zur Bildung von Kontaktlöchern mit Mikroabmessung

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Phasenschiebermaske, die in der Lage ist, Kontaktlöcher im Mikroabmessungsbereich zu bilden, die kleiner sind, als die Wellenlänge des Belichtungslichts, während sie mit kleinen Zwischenräumen beabstandet sind. Die Phasenschiebermaske umfaßt ein Quarzsubstrat, ein Chrommuster, das auf dem Quarzsubstrat entlang einer Umfangskante des Quarzsubstrats gebildet ist, und eine Mehrzahl von gleichmäßig beabstandeten Phasenschieberschichtmustern, die auf einem Abschnitt des Quarzsubstrats gebildet ist, der nicht mit dem Chrommuster abgedeckt ist, wobei jedes der Phasenschieberschichtmuster eine gewünschte Größe hat. Jedes der Phasenschieberschichtmuster hat eine Linienbreite, die größer ist als die Wellenlänge des Lichts, das bei einem Belichtungsvorgang verwendet wird.

DE 195 45 163 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Die vorliegende Erfindung betrifft Kontaktmasken, und insbesondere eine Phasenschiebermaske mit Mehrschichtenstruktur, die durch Bilden einer Mehrzahl von gleichmäßig beabstandeten Phasenschieberschichten auf einem Quarzsubstrat hergestellt wird und dazu in der Lage ist, Kontaktlöcher mit Mikroabmessung zu bilden, die kleiner ist als die beim Belichtungsvorgang verwendete Wellenlänge.

Typischerweise werden Kontaktlöcher unter Verwendung einer Chrommaske oder einer Phasenschiebermaske gebildet. Im Falle von die Chrommaske zu verwendendem Verfahren zur Bildung einer Mehrzahl von gleichmäßig beabstandeten Kontaktlöchern mit Mikroabmessung ist die kritische Abmessung der Kontaktlöcher größer als die Wellenlänge des Belichtungslichts. In manchen Fällen haben unter Verwendung der Chrommaske gebildete Kontaktlöcher eine Abmessung, die doppelt so groß ist wie die Wellenlänge des Belichtungslichts. Neueste Entwicklungen von hoch integrierten Halbleiterelementen führten zu der Erfordernis, daß Kontaktlöcher eine Größe haben, die kleiner ist als die Wellenlänge der beim Belichtungsvorgang verwendeten Lichtquelle. Es ist jedoch schwierig derartige Kontaktlöcher zu bilden, weil die herkömmliche Chrommaske keine Abmessung kleiner als die Wellenlänge der Lichtquelle haben kann.

Um das mit der Chrommaske verbundene Problem zu lösen, ist in jüngster Zeit eine Phasenschiebermaske vorgeschlagen worden. Obwohl diese Phasenschiebermaske Kontaktlöcher mit einer Abmessung bilden kann, die kleiner als die Wellenlänge des Belichtungslichts ist, vermag sie keine Kontaktlöcher zu bilden, die mit kleinen Zwischenräumen beabstandet sind. Außerdem hat diese Phasenschiebermaske das Problem, daß ihr Maskenmuster nicht leicht bzw. problemlos ausgelegt und hergestellt werden kann.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, die vorstehend angesprochenen Probleme beim Stand der Technik zu lösen und eine Phasenschiebermaske zu schaffen, die in der Lage ist, Kontaktlöcher im Mikroabmessungsbereich kleiner als die Wellenlänge des Belichtungslichts zu bilden, während die Kontaktlöcher unter kleinen Zwischenräumen beabstandet sind.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 bzw. durch die Merkmale des Anspruchs 3. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Demnach schafft die Erfindung gemäß einem Aspekt eine Kontaktmaske umfassend: ein Quarzsubstrat, ein Chrommuster, das auf dem Quarzsubstrat entlang einer Umfangskante des Quarzsubstrats gebildet ist, und eine Mehrzahl von gleichmäßig beabstandeten Phasenschieberschichtmustern, die auf einem Abschnitt des Quarzsubstrats gebildet ist, das nicht mit dem Chrommuster abgedeckt ist, wobei jedes der Phasenschieberschichtmuster eine gewünschte Größe hat.

Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende eine Kontaktmaske umfassend: ein Quarzsubstrat, ein Chrommuster, das auf dem Quarzsubstrat gebildet und mit einer Mehrzahl von horizontal verlaufenden und vertikal gleichmäßig beabstandeten Schlitzen versehen ist, von denen jeder eine gewünschte Breite hat, und eine Mehrzahl von gleichmäßig beabstandeten Phasenschieberschichtmustern, die auf einem Abschnitt des Quarzsubstrats gebildet ist, der durch jeden der Schlitze

freiliegt, wobei jedes der Phasenschieberschichtmuster eine gewünschte Größe hat.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 eine Aufsicht einer Phasenschiebermaske gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 eine Aufsicht einer Phasenschiebermaske gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 3 eine Aufsicht einer Phasenschiebermaske gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 4A eine Aufsicht der Auslegung der Phasenschiebermaske mit dem Muster gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 4B eine schematische Ansicht des Profils der Lichtintensität, die erzeugt wird, wenn der Belichtungsvorgang unter Verwendung des in Fig. 4A gezeigten Maskenmuster durchgeführt wird, und

Fig. 4C eine Kurvendarstellung des Profils der Lichtintensität, die entlang der Linie a-a von Fig. 4B erzeugt ist.

Fig. 1 zeigt eine Aufsicht einer Phasenschiebermaske gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Wie in Fig. 1 gezeigt, umfaßt die Phasenschiebermaske ein Quarzsubstrat 11 und ein Chrommuster 13, das mit einer gewünschten Weite bzw. Breite auf dem Quarzsubstrat 11 entlang der Umfangskante des Quarzsubstrats 11 gebildet ist. Auf dem Abschnitt des Quarzsubstrats 11, der nicht mit dem Chrommuster 13 abgedeckt ist, ist eine Mehrzahl von quadratischen Phasenschieberschichtmustern 15 gebildet. Die Phasenschieberschichtmuster 15 sind in Matrixart angeordnet, während sie voneinander in jeder Zeile und Spalte gleichmäßig beabstandet sind. Jedes Phasenschieberschichtmuster 15 steht im Ecken-Ecken-Kontakt mit denjenigen Mustern, die um es herum angeordnet sind. Zwischen benachbarten Phasenschieberschichtmustern in jeder Zeile und Spalte befindet sich kein Phasenschieberschichtmuster. Mit anderen Worten liegt das Quarzsubstrat 11 zwischen benachbarten Phasenschieberschichtmustern in jeder Zeile und Spalte frei. Wenn Licht auf einen (nicht gezeigten) Wafer projiziert wird, verschieben die Phasenschieberschichtmuster 15 die Phase des einfallenden Lichts um 180° . Andererseits verschiebt das Quarzsubstrat 11 die Phase des einfallenden Lichts um 0° .

Fig. 2 zeigt eine Aufsicht einer Phasenschiebermaske gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Wie in Fig. 2 gezeigt, umfaßt die Phasenschiebermaske ein Quarzsubstrat 21 und ein Chrommuster 23, das auf dem Quarzsubstrat 21 gebildet ist. Das Chrommuster 23 hat eine Mehrzahl von horizontal verlaufenden und vertikal gleichmäßig beabstandeten Schlitzen von jeweils gewünschter Breite. Auf dem Abschnitt des Quarzsubstrats 21, das durch jeden Schlitz des Chrommusters 23 freiliegt, ist eine Mehrzahl von gleichmäßig beabstandeten quadratischen Phasenschieberschichtmustern 25 gebildet, wie in Fig. 2 gezeigt. Die Phasenschieberschichtmuster 25, die an bzw. in jedem Schlitz des Chrommusters 23 gebildet sind, sind vertikal mit denjenigen ausgerichtet, die an bzw. in anderen Schlitzen des Chrommusters 23 gebildet sind.

Fig. 3 zeigt eine Aufsicht einer Phasenschiebermaske gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden

Erfindung.

Wie in Fig. 3 gezeigt, umfaßt die Phasenschiebermaske ein Quarzsubstrat 31 und ein Chrommuster 33, das auf dem Quarzsubstrat 31 gebildet ist. Das Chrommuster 33 hat eine Mehrzahl von horizontal verlaufenden und vertikal gleichmäßig beabstandeten Schlitten von jeweils gewünschter Breite. Auf dem Abschnitt des Quarzsubstrats 31, der durch jeden Schlitz des Chrommusters 33 freiliegt, ist eine Mehrzahl von gleichmäßig beabstandeten quadratischen Phasenschieberschichtmustern 35 gebildet, wie in Fig. 3 gezeigt. Die Phasenschieberschichtmuster 35, die an bzw. in jedem Schlitz des Chrommusters 33 gebildet sind, sind vertikal mit denjenigen ausgerichtet, die an bzw. in jedem zweiten Schlitz des Chrommusters 33 gebildet sind. Mit anderen Worten sind die Phasenschieberschichtmuster 35 und die freiliegenden Abschnitte des Chrommusters 33 abwechselnd sowohl in der horizontalen wie in der vertikalen Richtung angeordnet.

Fig. 4A zeigt die Auslegung bzw. den Aufbau der Phasenschiebermaske mit dem Muster gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Andererseits zeigt Fig. 4B das Lichtintensitätsprofil, das erzeugt wird, wenn ein Belichtungsvorgang unter Verwendung des in Fig. 4A gezeigten Maskenmusters ausgeführt wird.

Wie in Fig. 4A gezeigt, haben die Phasenschieberschichtmuster 25, die auf dem Abschnitt des Substrats gebildet sind, der nicht mit dem Chrommuster abgedeckt ist, eine Größe von $0,5 \mu\text{m} \times 0,5 \mu\text{m}$ und sind von benachbarten Mustern um $0,5 \mu\text{m}$ beabstandet.

Wie in Fig. 4B gezeigt, wird gefunden, daß durch die Phasenschiebermaske hindurchtretendes Licht eine starke Intensität an den zentralen Abschnitten jedes Phasenschieberschichtmusters 25 und jedes freiliegenden Abschnitts des Quarzsubstrats 21 erzeugt. Die Lichtintensität nimmt zu der Grenze zwischen jedem Phasenschieberschichtmuster 25 und jedem freiliegenden Abschnitt des Quarzsubstrats 21, die benachbart zueinander angeordnet sind, allmählich ab. Diese Grenze verhindert, daß Licht dort hindurchtritt. Demnach können Kontaktlöcher mit Mikroabmessung in dem (nicht gezeigten) Wafer an Bereichen nicht gebildet werden, wo das Licht nicht hindurchtreten kann.

Fig. 4C zeigt eine Kurvendarstellung des Lichtintensitätsprofils, das entlang der Linie a-a von Fig. 4B erzeugt wird.

Wie in Fig. 4C gezeigt, wird gefunden, daß Licht von der i-Linie mit einer Wellenlänge von $0,365 \mu\text{m}$, das durch Phasenschiebermaske tritt, einen ausreichenden Lichtkontrast hat, um Kontaktlöcher mit Zwischenräumen von $0,5 \mu\text{m}$ zu bilden. Das Licht erreicht seine höchste Intensität im zentralen Abschnitt jedes Phasenschiebermusters 25 und im zentralen Abschnitt jedes freiliegenden Abschnitts des Quarzsubstrats 21. Die niedrigste Lichtintensität wird an der Grenze zwischen jedem Phasenschieberschichtmuster 25 und jedem freiliegenden Abschnitt des Quarzsubstrats 21 erzeugt, die benachbart zueinander angeordnet sind. Diese Grenze dient als Muster zum Unterscheiden benachbarter Kontaktlöcher voneinander. Vier unterschiedliche Linien in Fig. 4C zeigen Lichtintensitätsverteilungen, die jeweils am Defokus bzw. mit einer Defokussierung von 0, 0,3, 0,6 und $0,9 \mu\text{m}$ erzeugt werden.

Wie aus der vorstehenden Beschreibung hervorgeht, schafft die vorliegende Erfindung eine Kontaktmaske mit einer Mehrzahl von gleichmäßig beabstandeten quadratischen Phasenschieberschichtmustern, die auf

einem Quarzsubstrat derart gebildet sind, daß Abschnitte des Quarzsubstrats mit derselben Größe wie die Phasenschieberschichtmuster freiliegen, während sie gleichmäßig beabstandet sind. Mit dieser Struktur kann die Kontaktmaske ein Photoresistfilmmuster bilden, das in der Lage ist, Kontaktlöcher im Mikroabmessungsbereich zu bilden. Demnach erbringt die vorliegende Erfindung den Vorteil, daß hoch integrierte Halbleiterelemente hergestellt werden können.

Obwohl vorstehend bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung beispielhaft erläutert wurden, erschließen sich dem Fachmann vielfältige Modifikationen, Zusätze und Ersetze ohne vom Umfang und Geist der Erfindung abzuweichen, die in den beiliegenden Ansprüchen festgelegt ist.

Patentansprüche

1. Kontaktmaske umfassend:

ein Quarzsubstrat,
ein Chrommuster, das auf dem Quarzsubstrat entlang einer Umfangskante des Quarzsubstrats gebildet ist, und
eine Mehrzahl von gleichmäßig beabstandeten Phasenschieberschichtmustern, die auf einem Abschnitt des Quarzsubstrats gebildet ist, das nicht mit dem Chrommuster abgedeckt ist, wobei jedes der Phasenschieberschichtmuster eine gewünschte Größe hat.

2. Kontaktmaske nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Phasenschieberschichtmuster eine Linienbreite hat, die größer ist als die Wellenlänge der bei einem Belichtungsvorgang verwendeten Lichtquelle.

3. Kontaktmaske umfassend:

ein Quarzsubstrat,
ein Chrommuster, das auf dem Quarzsubstrat gebildet und mit einer Mehrzahl von horizontal verlaufenden und vertikal gleichmäßig beabstandeten Schlitten versehen ist, von denen jeder eine gewünschte Breite hat, und
eine Mehrzahl von gleichmäßig beabstandeten Phasenschieberschichtmustern, die auf einem Abschnitt des Quarzsubstrats gebildet ist, der durch jeden der Schlitze freiliegt, wobei jedes der Phasenschieberschichtmuster eine gewünschte Größe hat.

4. Kontaktmaske nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenschieberschichtmuster und die freiliegenden Abschnitte des Quarzsubstrats, die jeweils zwischen benachbarten Phasenschieberschichtmustern freiliegen, Quadratform aufweisen.

5. Kontaktmaske nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenschieberschichtmuster und die freiliegenden Abschnitte des Quarzsubstrats jeweils eine Linienbreite haben, die größer ist als die Wellenlänge einer bei einem Belichtungsvorgang verwendeten Wellenlänge.

6. Kontaktmaske nach Anspruch 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenschieberschichtmuster, die in jedem Schlitz des Chrommusters gebildet sind, vertikal mit denjenigen ausgerichtet sind, die in anderen Schlitten des Chrommusters gebildet sind.

7. Kontaktmaske nach Anspruch 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenschieberschichtmuster, die in jedem Schlitz des Chrommusters gebildet sind, vertikal mit denjenigen ausge-

richtet sind, die in jedem zweiten Schlitz des Chrommusters gebildet sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

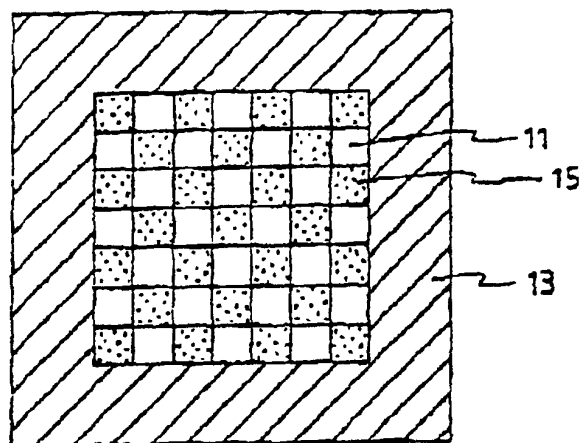


Fig. 1

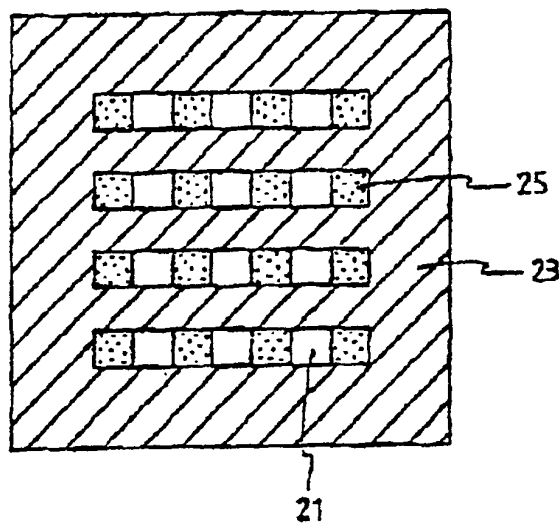


Fig. 2

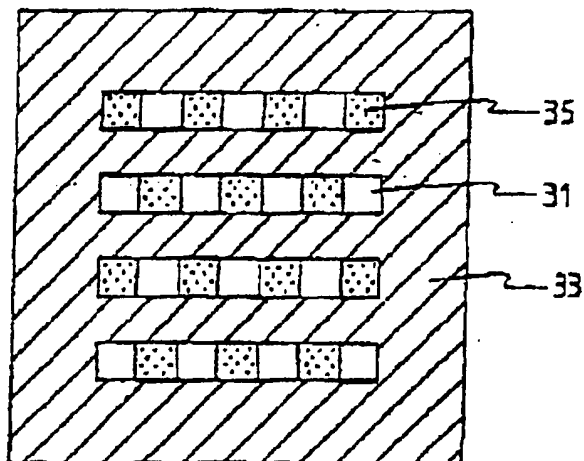


Fig. 3

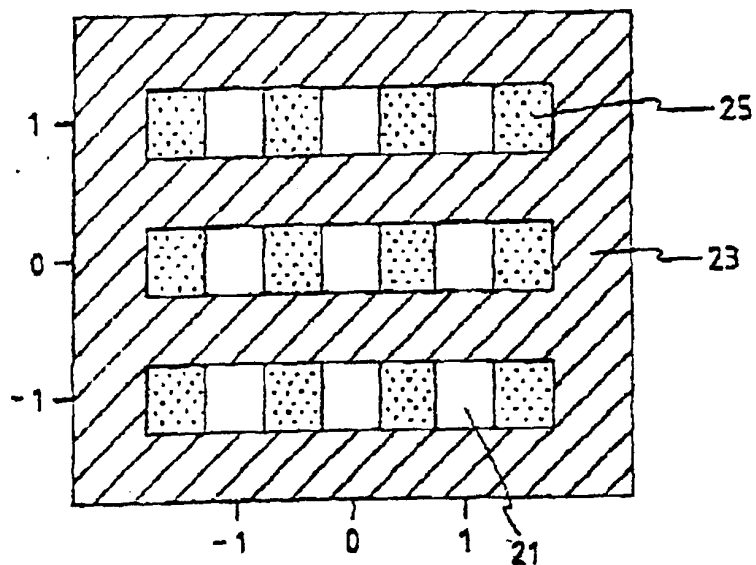


Fig. 4A

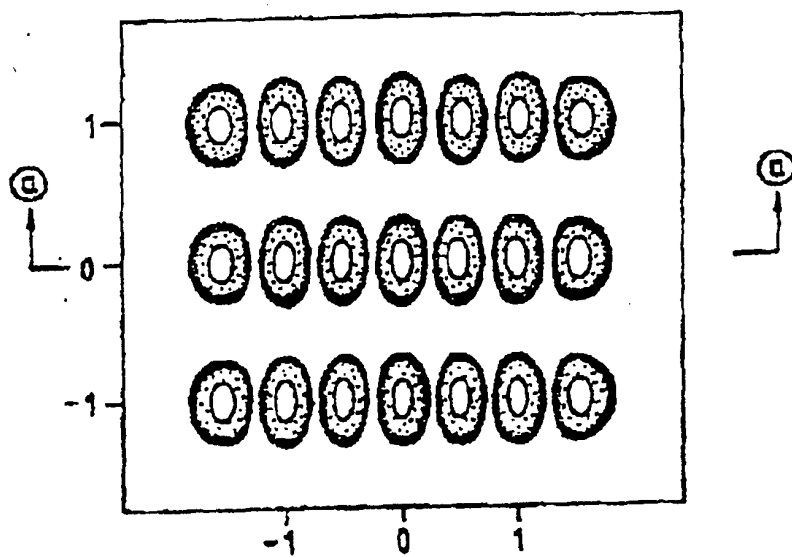


Fig. 4B

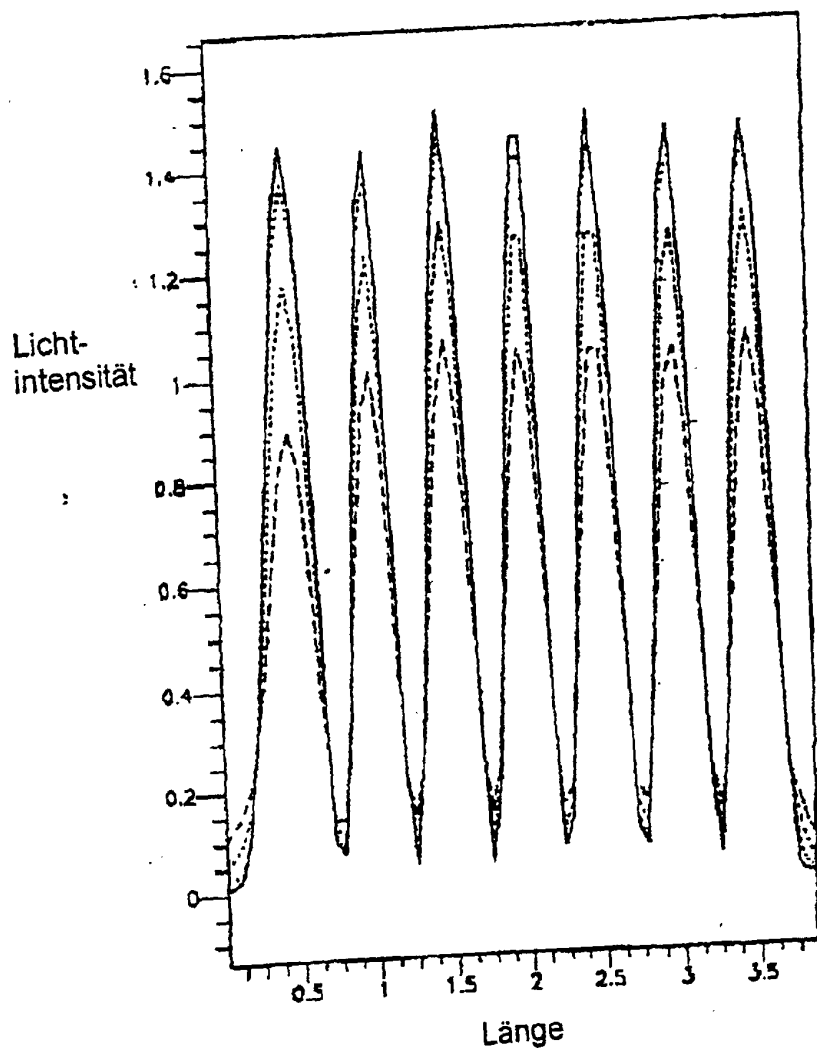


Fig. 4C